

人工智能在机械设计制造及其自动化中的应用探析

尹 浩

青铜峡铝业股份有限公司宁东铝业分公司 宁夏 银川 751603

摘 要：人工智能与机械设计制造及其自动化深度融合，以数据与算法为核心支撑，在机械设计上实现智能设计与方案优化、虚拟仿真等；在制造与自动化中助力智能生产控制、装备与机器人应用及系统协同。但面临技术融合、数据壁垒、算法可靠性及人才短缺等挑战，需推动标准化、研发轻量化算法、加强人才培养与产业协同。

关键词：人工智能；机械设计；智能制造；自动化控制；应用探析

引言：在科技浪潮奔涌向前的当下，机械行业正经历着前所未有的变革，人工智能与机械设计制造及其自动化的深度融合成为关键驱动力。这一融合以数据为基石、算法为工具、智能传感器与物联网技术为桥梁，贯穿机械设计与制造自动化全流程。从智能设计优化方案、虚拟仿真预测性能，到智能控制生产过程、协同自动化系统，人工智能展现出巨大潜力。然而，融合之路并非坦途，技术、算法、人才等方面存在挑战。本文将深入剖析其应用基础、实践及发展方向。

1 人工智能在机械领域的应用基础

在科技飞速发展的当下，人工智能与机械设计制造及其自动化的深度融合已成为推动机械行业变革的关键力量，而这种融合以数据驱动与算法模型作为核心支撑要素。（1）机械领域蕴含着丰富多样的数据资源，为人工智能的应用提供了肥沃土壤。在机械设计阶段，CAD模型详细记录了机械产品的几何形状、尺寸参数、装配关系等信息，这些数据反映了设计师的意图和产品的设计逻辑。在生产过程中，生产参数如加工工艺参数、设备运行速度、刀具磨损情况等，直接关系到产品的质量和生产效率。同时，设备运行数据涵盖了设备的工作状态、故障信息、能耗情况等，是反映设备健康状况和运行性能的重要指标。这些海量数据构成了人工智能的训练样本库，为算法模型的学习和优化提供了充足的素材。（2）机器学习、深度学习等先进算法是人工智能在机械领域发挥作用的关键工具。通过对机械领域的各类数据进行分析，算法能够挖掘出数据背后隐藏的潜在规律。例如，利用深度学习算法对设备运行数据进行分析，可以建立设备故障预测模型，提前发现设备潜在的故障隐患，实现预防性维护，减少设备停机时间，提高生产效率。机器学习算法还可以根据生产参数和产品质量数据，优化生产工艺，实现生产过程的自适应控制，提高产品的稳定性和一致性。（3）智能传感器与物联

网技术则是实现人工智能与机械系统深度融合的桥梁。智能传感器能够实时感知机械设备的各种物理量，如温度、压力、振动等，并将这些物理量转化为数字信号。物联网技术则将这些智能传感器连接起来，实现物理设备与数字系统的实时交互。通过物联网平台，机械设备的运行数据可以实时传输到云端或本地服务器，为人工智能算法提供实时的数据输入。同时，人工智能算法生成的决策策略也可以通过物联网技术反馈给机械设备，实现对设备的远程控制和自动化执行，构建起“感知 - 分析 - 决策 - 执行”的智能化闭环。这种闭环使机械系统具备了自适应、自优化的能力，能够根据不同的工况和需求自动调整运行参数，实现高效生产和精准控制^[1]。

2 人工智能在机械设计中的应用

2.1 智能设计与方案优化

在机械设计阶段，人工智能凭借其强大的能力推动着方案向智能化生成与优化迈进。知识图谱与专家系统是人工智能发挥作用的得力助手，它们能够深度整合海量的历史设计案例以及严格的行业规范。借助这些资源，AI可以自动生成契合需求的初始设计方案，有效避免了人工构思时可能出现的盲目性，大大缩短了设计的前期准备时间。（1）机器学习算法在设计参数优化方面表现卓越。以机械结构设计为例，将强度、重量、成本等关键指标设定为优化目标，机器学习算法能够快速对设计参数进行迭代计算，在庞大的参数空间中精准搜索最优参数组合。与传统依赖经验的试错法相比，其效率提升了数倍，显著加快了设计进程。（2）人工智能还支持多学科设计优化，能够打破学科壁垒，协同处理机械、电气、材料等多个领域的约束条件，从整体上确保设计方案的科学性与合理性，为机械产品的后续制造和使用奠定坚实基础。

2.2 虚拟仿真与性能预测

在机械设计领域，AI 为虚拟仿真与性能预测带来了

质的飞跃,显著提升了虚拟仿真的效率与精度。(1)在有限元分析这一关键环节,传统网格划分方式往往难以在计算量和分析精度之间找到平衡,而 AI 算法凭借其强大的学习和优化能力,能够根据机械部件的几何特征和受力情况,智能地优化网格划分策略。这不仅能大幅减少计算量,还能确保分析结果的精度不受影响。(2) AI 通过对海量仿真数据的学习,构建起了精准的预测模型。它可以直接预测机械部件的力学性能、疲劳寿命等关键指标,避免了重复进行繁琐的仿真步骤,节省了大量的时间和计算资源。(3)对于复杂机械系统,如机器人机构、传动系统等, AI 驱动的虚拟样机能够模拟不同工况下的运行状态,提前发现潜在的设计缺陷,像运动干涉、应力集中等问题,从而有效降低物理样机的试制成本与周期,提高机械设计的可靠性和成功率。

2.3 模块化与个性化设计支持

在机械产品的设计进程中, AI 为模块化与个性化设计提供了强有力的支持。在模块化设计方面, AI 能够对海量的市场需求数据进行深度剖析,精准识别出主流功能模块的组合模式。基于这些分析结果,它可以指导设计人员制定科学合理的模块化设计接口标准,确保不同模块之间能够实现高效、稳定的连接与协同工作,提高模块的通用性和互换性,为大规模生产和快速组装奠定基础。在个性化定制领域, AI 更是发挥着关键作用。它能够依据用户输入的多样化需求参数,迅速自动匹配出最优的模块组合方案。不仅如此,还能快速对该方案的可行性和制造成本进行评估验证,避免设计出的方案因技术难题或成本过高而无法实现。以工程机械设计为例, AI 可结合客户特定的作业场景参数,如地形、负载等,自动推荐合适的发动机、液压系统等核心模块配置,实现从客户需求提出到设计方案确定再到报价的快速响应,提升客户满意度和市场竞争力^[2]。

3 人工智能在机械制造与自动化中的应用

3.1 智能生产过程控制

在当今制造业向智能化转型的浪潮中,人工智能已成为实现制造过程动态优化与精准控制的核心驱动力。

(1)在生产线的实际运行场景里, AI 展现出强大的数据采集与分析能力。它能够实时、精准地采集设备运行参数,涵盖机床的转速、关键部件的温度以及设备的振动频率等;同时,对产品质量数据进行同步收集,像产品的尺寸偏差、表面粗糙度等关键指标都尽在掌握。基于这些海量且多维度的数据, AI 运用先进的算法建立质量预测模型。一旦检测到参数出现异常波动,模型会迅速做出反应,自动调整机床的进给量、切削速度等关键

工艺参数,从源头上避免不合格品的产生,有效提升产品的一次合格率。(2)对于柔性制造系统而言, AI 更是发挥着不可替代的作用。它能够敏锐感知订单的变化情况,依据订单的优先级、交货期以及产品工艺要求等因素,动态优化生产排程。通过智能分配设备资源,合理安排不同产品的生产顺序,最大程度减少设备切换时间,提高生产线的整体利用率,使制造企业能够更加灵活、高效地应对市场需求的快速变化,增强自身的核心竞争力。

3.2 智能装备与机器人应用

在智能制造的大趋势下, AI 为制造装备与机器人注入了更高的自主性,推动制造业向智能化、柔性化方向大步迈进。(1)工业机器人是 AI 应用的前沿阵地。借助先进的机器视觉技术,它如同拥有了一双“智慧之眼”,能够精准识别复杂工件的形状、位置和姿态。再结合深度学习算法,工业机器人可以快速学习不同工件的抓取和装配方法,轻松适应产品型号的快速切换,大大提高了生产的灵活性和效率。(2)协作机器人则开启了人机协作的新时代。它配备的力觉传感器能实时感知与人类接触的力,而 AI 决策系统则可迅速分析这些数据,安全识别人类操作意图,实现人机之间自然、流畅的协同作业,在保障人员安全的同时,充分发挥人和机器各自的优势。(3)在数控机床领域, AI 算法同样发挥着关键作用。它能够对刀具磨损、热变形等误差进行实时补偿,有效提升加工精度,确保产品质量的稳定性。此外,基于 AI 的预测性维护模型通过分析设备振动、电流等数据,提前发现潜在故障隐患,及时安排维护,减少非计划停机时间,降低生产成本,提高企业的经济效益^[3]。

3.3 自动化系统的智能协同

在机械自动化不断向纵深发展的进程中,人工智能成为提升整体协同效率的关键力量,推动自动化系统向更智能、更高效的方向迈进。(1)在车间级自动化场景里, AI 扮演着数据整合与决策优化的核心角色。它能够无缝整合 PLC(可编程逻辑控制器)、MES(制造执行系统)等多源数据,全面掌握车间内设备运行状态、物料库存以及人员作业情况。基于这些数据, AI 运用先进的算法优化物料运输路径,精准调度 AGV(自动导引车),让物料以最优的方式在各工序间流转。同时,它还能协调各工序的生产节奏,根据设备产能和订单需求,动态匹配“设备-物料-人员”,避免出现工序间的等待或拥堵,提高车间的整体生产效率。(2)在远程监控层面, AI 展现出强大的全局把控能力。通过对多车间、多厂区的实时数据进行深度分析,它能迅速识别出

全局生产瓶颈,针对性地提出资源调配方案,实现资源的合理利用。当遇到异常工况,如设备突发故障时,AI可立即自动触发备用流程,确保自动化系统在面对突发状况时依然能够保持稳定运行,保障生产的连续性,为企业创造更大的经济效益。

4 人工智能应用的挑战与发展方向

4.1 技术融合与数据壁垒

在人工智能应用于机械领域的过程中,面临着机械系统复杂性与数据碎片化带来的严峻挑战。由于不同厂商生产的设备所采用的协议缺乏统一标准,使得数据采集工作困难重重,数据难以顺畅流通与整合。同时,设计与制造环节的数据格式存在显著差异,这极大地阻碍了跨环节的AI分析,限制了人工智能在机械全生命周期中发挥更大作用。为有效应对这些难题,需积极推动技术标准进程,开发通用的数据接口以及高效的数据转换工具,打破设备间的数据壁垒。此外,构建制造数据中台也至关重要,它能够整合多源异构数据,为人工智能提供统一、规范的分析基础,从而推动AI与机械领域的深度融合。

4.2 算法可靠性与可解释性

在机械领域,AI决策的可靠性是关乎生产安全与产品质量的核心要素。然而,深度学习等复杂算法犹如“黑箱”,其决策逻辑难以被人类理解与解释。在机械故障诊断、工艺参数优化等关键场景中,这种不可解释性可能导致工程师对AI决策存疑,阻碍其广泛应用。为解决这一问题,需研发面向机械场景的轻量化算法。这类算法在保证决策精度的前提下,简化模型结构,提升可解释性。同时,借助数字孪生技术,在虚拟空间中精准模拟AI决策过程,全面评估其在极端工况下的稳定性与可靠性,为工程应用提供坚实依据,增强工程师对AI技术的信心,推动其在机械领域的深度融合与创新发展。

4.3 人才培养与产业协同

当前,AI与机械深度融合,但交叉人才的短缺成

为制约其应用落地的一大瓶颈。高校作为人才培养的摇篮,应与企业紧密合作,共同开设智能制造专业课程。课程设计需兼顾机械工程的理论知识与实践技能,同时融入AI技术的核心内容,如机器学习、深度学习算法在机械领域的应用等,培养既具备扎实机械专业基础,又掌握先进AI技术的复合型人才。此外,产业协同创新也至关重要。龙头企业应发挥引领作用,开放AI模型与数据资源,为中小企业提供技术支持与经验借鉴,带动整个产业链的技术升级,从而形成优势互补、协同发展的产业智能化生态,推动AI与机械领域的深度融合与高质量发展^[4]。

结束语

人工智能与机械领域的融合已全面渗透至设计、制造与自动化各环节,凭借数据驱动、算法优化及智能协同等技术,实现了设计效率提升、制造精度增强与生产柔性化转型。然而,技术融合中的数据壁垒、算法的不可解释性以及复合型人才短缺等问题,仍是制约其深度发展的关键挑战。未来,需通过推动技术标准化、构建数据中台以打破数据孤岛;研发轻量化算法与数字孪生技术以提升决策可信度;同时加强高校与企业协同育人,构建产业创新生态。唯有如此,才能加速人工智能与机械领域的深度融合,推动机械行业向智能化、高效化、可持续化方向迈进,为全球制造业转型升级提供核心驱动力。

参考文献

- [1]姚宇轩.基于人工智能的机械设计制造及其自动化实践[J].科技资讯,2020,578(05):37-38.
- [2]王一雯.人工智能在机械制造及其自动化中的应用分析[J].锻压装备与制造技术,2021,56(01):10-11.
- [3]胡荣耀.人工智能在机械设计制造及其自动化中的实践[J].中阿科技论坛(中英文),2020(11):76-78.
- [4]姚宇轩.基于人工智能的机械设计制造及其自动化实践[J].科技资讯,2020,578(05):37-38.